

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-281485

(43)Date of publication of application : 29.10.1993

(51)Int.Cl.

G02B 26/10  
B41J 2/44

(21)Application number : 04-170310

(71)Applicant : EASTMAN KODAK CO

(22)Date of filing : 29.06.1992

(72)Inventor : ORLICKI DAVID M  
KOPPE BRUCE E  
KRESOCK JOHN M

(30)Priority

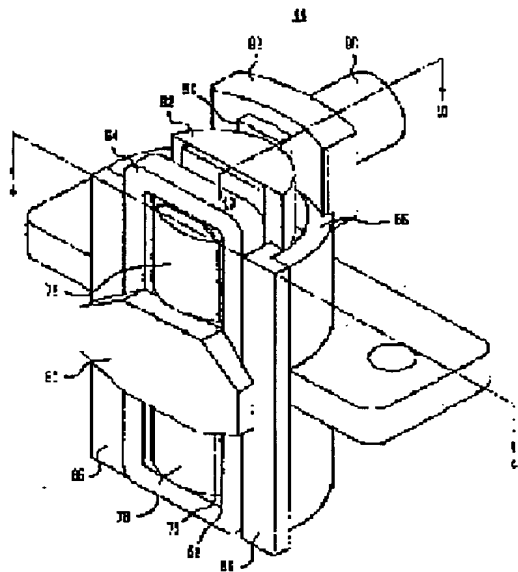
Priority number : 91 728910 Priority date : 28.06.1991 Priority country : US

### (54) MAGNETIC POSITION SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To actualize the magnetic position sensor by a thermasensitive printer by making a beam scanning galvanometer, which vibrates a mirror in nonresonance mode, operate with a low voltage and high efficiency.

CONSTITUTION: The mirror 60 of the thermal printer is vibrated in resonance mode. The galvanometer 44 has two cross leaf springs 70 and supports the mirror 60 very near the rotary shaft of the mirror 60. The tilt of the mirror 60 is so specialized that the moment of inertia of the mirror 60 is suppressed small and the mirror 60 can be vibrated very near a driving current coil 64 surrounding a magnet 62 supporting the mirror 60. When the galvanometer 44 is in operation, a Hall effect sensor 90 is used to detect the angular position value of a mirror 10. A compensation system 96 is provided, so an adverse influence of the magnetostrictive effect by a magnetic driving device on the Hall effect sensor 90 is excluded.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3172586

[Date of registration] 23.03.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-281485

(43)公開日 平成5年(1993)10月29日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 26/10

B 4 1 J 2/44

識別記号

Z

庁内整理番号

7339-2C

F I

B 4 1 J 3/ 00

技術表示箇所

M

審査請求 未請求 請求項の数22(全 20 頁)

(21)出願番号 特願平4-170310

(22)出願日 平成4年(1992)6月29日

(31)優先権主張番号 7 2 8 9 1 0

(32)優先日 1991年6月28日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 591264544

イーストマン・コダック・カンパニー

アメリカ合衆国、ニュー・ヨーク・14650、

ロチェスター、ステイト・ストリート・

343

(72)発明者 デビッド マーク オーリキ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14616

ロチェスター ビクチャレスキュー ド

ライブ 5

(72)発明者 ブルース エドワード コッペ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14423

カレドニア コーニー ロード 702

(74)代理人 弁理士 金山 敏彦 (外2名)

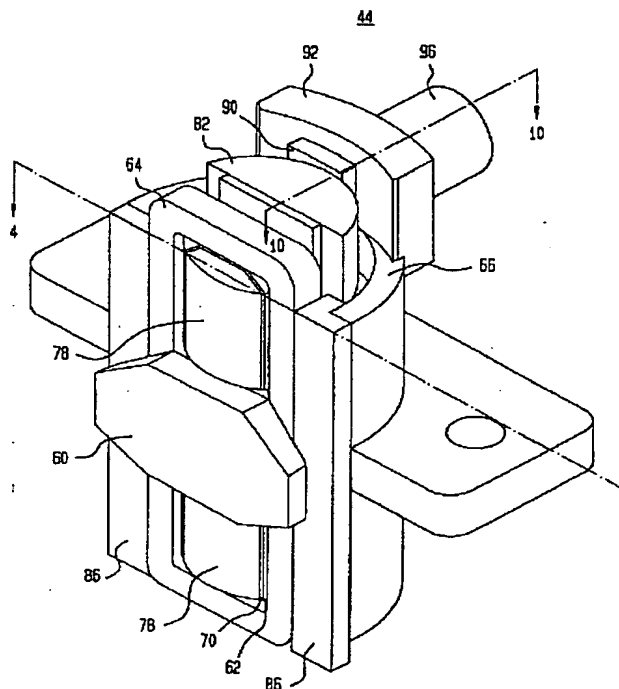
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ポジションセンサ

(57)【要約】

【目的】 非共振モードで鏡を振動させるビーム走査検流計を低電圧・高効率で作動させ、感熱プリンタに供する。

【構成】 感熱プリンタ40の鏡60を非共振モードで振動させる。検流計44は2組のクロス板ばね70を有し、鏡60の回転軸に極めて近い位置で鏡60を支持する。鏡60の慣性モーメントを小さく抑え、また、鏡60を支持する磁石62を囲んでいる駆動電流コイル64に極めて近接して鏡60が振動できるように、鏡60の形は勾配を備えた特殊なものにした。検流計44の作動時に、ホール効果センサ90を使用して鏡10の角位値を検出する。補償システム98を備えたことによって、磁気駆動装置による磁場歪効果のうち、ホール効果センサ90に悪影響を及ぼすものを排除した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁場によって動かされる可動物体の位置を検出する装置において、

可動物体に結合されて可動物体とともに移動できる磁石と、

自身に対する磁石の位置を検出する磁気センサと、

センサに対する物体の相対位置を示す磁場効果以外の、磁場によってセンサに発生する磁場効果を打ち消す手段と、を備えることを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 請求項1の装置において、駆動コイルに流す駆動電流によって物体を動かす磁場が作られ、

駆動電流と反対の極性の補償電流を生成する手段と、駆動電流によってセンサに生じた磁場効果を打ち消すように補償電流でセンサの近くに磁場を作る手段と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項3】 請求項1の装置において、駆動コイルに流す駆動電流を生成する手段によって物体を動かす磁場が作られ、

駆動電流に比例する補償信号を発生する手段と、

物体の位置を知らせる合成信号を生成するために、センサが発した非補償信号に補償信号を組み合わせる手段と、

駆動電流を生成する手段によって物体の所望位置を得るのに十分な量の電流が提供されるよう、前記駆動電流生成手段に合成信号を供給する手段と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項4】 位置補正力のパルスを発生する磁場を脈動させることによって動かされる可動物体の位置を検出する装置において、

可動物体に結合されて可動物体とともに移動できる磁石と、

自身に対する磁石の位置を検出する磁気センサと、

センサに対する物体の相対位置を示す効果以外の、磁場の脈動によってセンサに発生する効果を打ち消す手段と、を備えることを特徴とする位置検出装置。

【請求項5】 請求項4の装置において、周波数 300 Hz 以上で駆動コイルに流す駆動電流によって物体を動かす磁場が作られ、

駆動電流と反対の極性の補償電流を生成する手段と、駆動電流によってセンサに生じた磁場効果を打ち消すように補償電流でセンサの近くに磁場を作る手段と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項6】 請求項4の装置において、周波数 300 Hz 以上で駆動コイルを通過する駆動電流を生成する手段によって物体を動かす磁場が作られ、

駆動電流に比例する補償信号を発生する手段と、物体の位置を知らせる合成信号を生成するために、センサが発した非補償信号に補償信号を組み合わせる手段と、

駆動電流を生成する手段によって物体の所望位置を得るのに十分な量の電流が提供されるよう、前記駆動電流生成手段に合成信号を供給する手段と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項7】 ビーム走査検流計において、

回転軸のまわりを回転可能な鏡と、

鏡に結合されて鏡とともに回転できる磁石と、

回転軸に対する磁石の角位置を検出するセンサと、

鏡の角位置を示す磁場効果以外の、ビーム走査検流計に発生するセンサ上の磁場効果を打ち消す手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項8】 請求項7のビーム走査検流計において、駆動コイルと、

駆動コイルに駆動電流を生成するための手段と、

駆動電流と反対の極性の補償電流を生成する手段と、

駆動電流によってセンサに生じた磁場効果を打ち消すように補償電流でセンサの近くに磁場を作る手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項9】 請求項7のビーム走査検流計において、駆動コイルと、

駆動コイルに駆動電流を生成するための手段と、

駆動電流に比例する補償信号を発生する手段と、

鏡の角位置を知らせる合成信号を生成するために、ポジションセンサが発した非補償信号に補償信号とを組み合わせる手段と、

駆動電流を生成する手段によって鏡の所望角位置を得るのに十分な電流が提供されるよう、前記駆動電流生成手段に合成信号を供給する手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項10】 請求項7のビーム走査検流計において、

センサがホール効果センサであることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項11】 請求項7のビーム走査検流計において、

磁石がセンサと 0.010 ～ 0.050 インチ (0.254 ～ 1.27 mm) の距離をなして設けられていることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項12】 請求項9のビーム走査検流計において補償信号を生成する手段が、

駆動コイルと直列に接続された抵抗、

下記の式によって求められるゲインで抵抗の電圧降下を増幅できる増幅器

$$K = -H(F_i/i)$$

(但し、H: センサのゲイン、 $F_i$ : 駆動コイルを流れる電流によって生じた磁場の磁束、 $i$ : 抵抗に流れる電流)、増幅器およびセンサに結合される複数の入力部と駆動電流を生成する手段に結合される1つの出力部を有する加算回路、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項13】 ビーム走査検流計において、  
駆動磁石に結合されて駆動磁石とともに回転軸のまわりを回転できる鏡と、回転できる磁石と、  
鏡に結合されて鏡とともに回転できるセンサ磁石と、  
回転軸に対するセンサ磁石の角位置を検出するセンサと、  
センサ磁石の効果以外の、ビーム走査検流計に発生するセンサ上の磁場効果を打ち消す手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項14】 請求項13のビーム走査検流計において、  
駆動コイルと、  
駆動コイルに駆動電流を生成するための手段と、  
駆動電流と反対の極性の補償電流を生成する手段と、  
駆動電流によってセンサに生じた磁場効果を打ち消すように補償電流でセンサの近くに磁場を作る手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項15】 請求項13のビーム走査検流計において、  
駆動コイルと、  
駆動コイルに駆動電流を生成するための手段と、  
駆動電流に比例する補償信号を発生する手段と、  
合成信号を生成するために、ポジションセンサが発した非補償信号に補償信号を加える手段と、  
鏡の所望角位置を得るのに十分な電流が提供されるよう、駆動電流生成手段に合成信号を供給する手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項16】 請求項13のビーム走査検流計において、  
センサがホール効果センサであることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項17】 請求項13のビーム走査検流計において、  
磁石がセンサと0.010～0.050インチ(0.254～1.27mm)の距離をなして設けられていることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項18】 請求項14のビーム走査検流計において、  
センサ近くに補償磁場を生成する手段が、センサ近くに設けられた、補償電流を通せる補償コイルを備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項19】 請求項18のビーム走査検流計において、  
補償コイルが高い透磁率を備えた部材の回りに形成され、補償コイルが作る磁場の大きさを欲する通りに調整し、ポジションセンサに作用する好ましくない磁場効果を正確に打ち消せるように、コイルの軸に沿って縦方向に移動できることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項20】 ビーム走査検流計において、  
駆動磁石に結合されて駆動磁石とともに回転軸を中心に

振動できる鏡であって、鏡が振動できる共振周波数が生成されるように支持されている鏡と、  
鏡に結合されて鏡とともに回転できる磁石と、  
回転軸に対する磁石の角位置を検出するセンサと、  
鏡の角位置を知らせる効果以外の、ビーム走査検流計に発生するセンサ上の磁場効果を打ち消す手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項21】 請求項20のビーム走査検流計において、  
駆動コイルと、  
鏡が振動できる共振周波数を上回る周波数で生成される各変動パルスの形で駆動電流を駆動コイルに生成するための手段と、  
駆動電流と反対の極性の補償電流を生成する手段と、  
駆動電流によってセンサに生じた磁場効果を打ち消すように補償電流でセンサの近くに磁場を作る手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

【請求項22】 請求項20のビーム走査検流計において、  
駆動コイルと、  
鏡が振動できる共振周波数を上回る周波数で生成される各変動パルスの形で駆動電流を駆動コイルに生成するための手段と、  
駆動電流に比例する補償信号を発生する手段と、  
合成信号を生成するために、ポジションセンサが発した非補償信号に補償信号を加える手段と、  
鏡の所望角位置を得るのに十分な電流が提供されるよう、駆動電流生成手段に合成信号を供給する手段と、を備えることを特徴とするビーム走査検流計。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ポジションセンサ、更に詳しくは、非共振モードで作動する検流計に用いられるポジションセンサに関連している。

##### 【0002】

【従来の技術】 本発明は、4件のアメリカ合衆国特許出願と同時に係属関係がある。第一の関連出願は、米国特許願第457,593号(エス サラフ、1990年12月27日出願)の「感熱プリンター」で、本件とは被譲渡人が共通である。第二の関連出願は、本件と同時に出願される第722,753号の「優れた精度で電気機械装置を迅速に駆動する方法と回路」で、被譲渡人が本件と共通であり、発明者はジェイ クレソック、ジェイ エス チャンドラー、デー オーリキ、テー ニールである。第三の関連出願は、本件と同時に出願される米国特許願第723,368号の「低慣性鏡と磁石とを備えたビーム走査検流計」で、被譲渡人が本件と共通であり、発明者はジェイ エス チャンドラー、デー オーリキ、ジェイ クレソックである。第四の関連出願は、本件と同時に出願される米国特許願第723,290号の「鏡をスプリングで支持するビ

ーム走査検流計」で、被譲渡人が本件と共通であり、発明者はジェイ エス チャンドラー、デー オーリキ、ジェイ クレソックである。

【0003】映像を生成する、または、読むために観測用定義フィールドを走査する光ビームを制御して高速で周期的に振る必要がある製品の多くで、ビーム走査検流計が使用されている。

【0004】一般に、これらの検流計は、共振モードまたは非共振モードのいずれかで作動するように設計されている。

【0005】共振モードで作動するように設計されている検流計は、通常、検流計を作動する電力が比較的低レベルであることが望まれる製品に利用されている。このような製品では、検流計の偏向鏡をたわみ部材またはスプリングで支持する。スプリングの剛性および鏡の質量と形状とにより、検流計の固有振動数が決定される。鏡が固有振動数で振動する（即ち、共振作動する）ときには、鏡を動かすのにほとんど動力を要しない。検流計が共振モードで作動するとき、鏡は中点に対称に振れる。換言すれば、鏡は、第一方向の第一限界まで振れ、中点に戻り、次に第二方向の第二限界まで振れる。各限界は中点から等距離にあり、中点から各限界に到達するのに要する時間は等しい。

【0006】共振モードの動作の場合、鏡の角変位は時間の関数として正弦曲線をなす。かかる鏡によって平面に反射された光ビームは、時間の関数として非線形偏向曲線をなす。このように、共振モードで作動する検流計は、一般に走査面上の光ビームの速さに直線性を要しない製品のみで使用され、また、鏡がいずれかの方向に片振れしている間に走査が望まれる場合に使用される。しかし、このような両方向走査を行った場合、「糸巻き効果」として知られる、ある種のひずみが画像に生じる。その結果、これらの共振検流計は、約 200 ドット／インチ以下の低解像度で画像を生成または読む製品にのみ使用されている。低解像度の製品では、共振走査に由来する固有の非直線性やひずみは問題にならない。

【0007】しかし、ビーム走査検流計を採用する装置の多くは、検流計動作の共振モードの非直線性を許容できない。

【0008】レーザ印刷のような光走査応用技術の中には、比較的高い濃度のエネルギーを走査鏡に転送する必要があるものもある。例えば、先に引用した米国特許願第 457,593 号で開示されている感熱プリンタでは、ドナーダイフィルムから記録媒体へ染料を転写させるのにレーザを採用している。現在、この感熱印刷装置にレーザが導入できる出力は、50 ミリワットまでである。このレーザ出力範囲内で最高可能速度で作動する感熱プリンタを製造するためには、正弦波速度でガイドナーフィルムを横切ってレーザビーム走査を行なわないことが望ましい。この感熱プリンタに、共振ビーム走査検流計（正弦

波速度の走査ビームをつくる）が採用された場合、感熱プリンタの動作速度を小さくする必要がある。これは、正弦波速度でビームを走査すると、実質的に平均速度より早い最高速度が存在するからである。感熱プリンタの場合、走査ビーム最高速度時にレーザで所望の染料転写ができるように検流計の走査速度（即ち、1 秒当りの走査数）を十分低速に保持しなくてはならない。言い換えると、50 ミリワットのレーザで最大ビーム速度 20 インチ（508 mm）／秒という所望染料転写を実施するのであれば、ビームの最高速度が 20 インチ（508 mm）／秒となるように鏡の振動周波数を十分低く設定しておかなくてはならない。

【0009】正弦波速度曲線の場合、20 インチ（508 mm）／秒という最大ビーム速度に対応する振動では、わずか 12 インチ（304.8 mm）／秒という平均ビーム速度を生じるに過ぎない。このように、正弦波ビーム速度を利用した感熱プリンタでは、プリンタの一部に使用するレーザの出力レベルに合った最適作動速度を達成するのは不可能である。

【0010】しかし、一定速度でワークピースを横切ってビームを走査するのであれば、レーザの特定出力レベルに合うように感熱プリンタの作動速度を最適化できる。この動作モードでは、ビーム最大速度とビーム平均速度とが等しい。こうすれば、レーザを採用して、その最大出力を全走査サイクルを通じて供給できる。

【0011】一定速度で平面を横切って光ビームを走査できる検流計は、先行技術により既知である。例えば、1988 年 12 月 13 日出願のアメリカ合衆国特許第 4,791,591 号（ケー アサヌマ、他）などを参照されたい。この種（即ち、非共振タイプ）の検流計は、駆動電流制御回路に接続されて動作する。通常、これらの電流制御回路は、フィードバック原理に基づいて機能する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】検流計の偏向鏡の中には、実際の鏡の振れに反応する角位置検出機構を備えたものもある。鏡が確かに時間の関数として所望の振れパターンに従うことを保証するために、駆動電流は位置検出機構に対応して絶えず変化する。

【0013】これらの角位置検出機構は、一般に、角変位の関数としてキャパシタンスの変化を生じるエレメントから成る。効果的に作用させるためには、2つのエレメントが互いに呼応しあって同心状に動く必要がある。一方のエレメントは鏡と共に動き、他方のエレメントは静止したままである。

【0014】エレメント間の距離は約 0.001（0.0254 mm）インチ以下という非常に接近したものでなくてはならない。このように検出エレメント間が非常に接近した状態で同心状の動きを実現するためには、鏡の回転軸が確実に固定されていなくてはならない。従って、検流計では、キャパシタンスに基づく角位置検出機構を

使用すると、検流計に使用できる鏡の振れについての種類に制限が課せられることになる。従来の非共振検流計では、ポジションセンサが適切に機能することを保証するために鏡の回転軸をベアリング（玉軸受け、針状ころ軸受け、摺動ベアリング等）で支えていた。

【0015】しかし、特に1分間に何千回もの振動を要するような高速作動環境では、検流計の鏡を支えるベアリングが摩耗することがある。また、走査対象となる平面に平行でない平面で一定量の鏡の振れ（即ち、交差軸の振れ）を許すので、検流計ではベアリングも望ましくない。600ドット／インチ以下のそれほど高くない解像度の製品では、高品質ベアリングを使用することによってこの交差軸の振れを許容レベルに調整することができるが、2000ドット／インチ以上の高解像度の製品については、交差軸の振れを更に細心に調整しなくてはならない。

【0016】ベアリング支持された鏡を使用して高解像画像を生成する検流計は、比較的高価である。このような検流計の価格は、一台500ドル～1000ドルするのが普通である。

【0017】卓上使用を目的とする感熱プリンタに検流計の使用が望まれても、これほど高価な検流計を使用することはできない。これが、検流計による印刷システムを用いた、比較的低価格な卓上形の高解像度の感熱プリンタがこれまで製造されなかった理由の一つである。

【0018】感熱プリンタのような装置で非共振モードで検流計を使用する場合、更に別の問題もある。非共振モードの検流計は、同じサイズの共振モードの検流計を駆動するのに使用するよりも実質的に大きな力で駆動しなくてはならない。駆動力が大きくなることによって、2つの問題が提起される。第一に、駆動力が大きい製品は大量の電気消費を要し、第二に、大きな駆動力は相当大きな反力を生じ、高解像度画像の生成を妨害する望ましくない振動を引き起こす。これらの二つの状況は、感熱プリンタでは解決されるが非常に高価となる。

【0019】検流計に大量の電力を供給する感熱プリンタは、通常、卓上形製品としては高価すぎる。大量の電力を消費する感熱プリンタも、可搬性が重視される製品には適さない。

【0020】検流計を強固な塊状の支持部材に取り付けられれば、非共振モードの作動によって生じる大きな反力が望ましくない振動を発生するのを防止できる。しかし、感熱プリンタに塊状の支持構造を導入すれば、可搬性が重視される製品に感熱プリンタを使用することはできなくなる。

【0021】従来は、ビーム走査検流計を非共振モードで作動するために必要な駆動力をコントロールする努力がなされていた。これらの努力は、鏡の回転軸を鏡の反射面に極力接近させておくことに終始していた。回転軸と反射面の距離が小さく保たれれば、振動鏡の慣性モー

メントはそれに対応して小さく維持され、鏡を駆動するのに必要な力は比較的強く保たれる。従来の共振検流計の設計では、鏡の慣性モーメントを強く維持するために、これまでは鏡の回転軸を支えるのにベアリングを採用していた。

【0022】交差軸の振れが小さいという観点では、たわみ部材またはスプリングで支持した検流計鏡の方が、ベアリングで支持した検流計鏡よりも優れていると認識されてきた。例えば、1988年3月22日出願されたアメリカ合衆国特許4,732,440（ゴドホク）を参照されたい。しかし、先行技術では、たわみ部材で鏡を支持する装置の原理を非共振モードで作動する検流計に適用する方法が示されていない。

【0023】従来の非共振検流計のもう一つの短所は、走査帰線モードの動作に用いる技術である。非共振検流計を使用して印刷を実施する場合、光ビームの走査は一般に鏡の一移動方向に限定されている。言い換えると、鏡が第一方向に振れているときに光ビームがオンになる、ということである。鏡が開始位置に戻るまでは、光ビームはオフになっている。この技術は走査フライバックモードまたは走査帰線モードの動作として知られている。鏡の振れサイクルのフライバックまたは帰線で無駄に時間を費やさないために、一般に、鏡は走査時間よりもはるかに短い時間で開始位置に戻される。

【0024】従来の検流計の多くは、走査完了後に鏡を開始位置に迅速に戻すスプリングが備わっていた。これらのスプリングは、鏡を支えるものではなく、鏡をその開始位置に動かすためだけに使用される。鏡は、通常、非常に早い速度で復帰位置に戻される。このように高速で動かされる鏡は、鏡とスプリングに振動を生じる衝撃を伴って開始位置に戻る。鏡が復帰位置に到達した直後に走査サイクルが開始すると、これらの振動がビーム走査の安定性に悪影響を及ぼす。

【0025】但し、それほど高くない解像度で印刷する場合、振動異常は画像の質に二次的な影響がある程度で、ごく些細なものとなる。しかし、2000ドット／インチ以上の解像度を必要とする印刷動作では、これらの振動は非常に悪影響を及ぼす。

【0026】それ故、高解像度印刷作業に使用できるビーム走査検流計であって、望ましくないベアリング支持システムや異常振動が無く、比較的低い最大電力要求で作動するビーム走査検流計の供給が望まれていた。

【0027】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、磁性物体の位置を検出する、磁気ポジションセンサに関する。センサは、磁性物体を移動する磁場を生成する回路にフィードバック信号を提供する。磁性物体に移動力を発生させるために用いる磁場によって生じる位置信号のひずみを取り消すために、補償システムが設けられている。磁場を生成する力を生じる回路に所望のフィードバ

ックを供給するように、適正に補償した位置信号を使用する。

【0028】ある観点から見れば、本発明は、磁場によって動かされる可動物体の位置を検出するための装置に関する。この装置は、可動物体に結合されて可動物体とともに移動できる磁石と、自身に対する磁石の位置を検出する磁気センサと、センサに対する物体の相対位置を示す効果以外の、磁場によってセンサに発生する磁場効果を打ち消す手段を備えている。

【0029】別の観点から見れば、本発明は、ビーム走査検流計に関する。この検流計は、回転軸の回りを回転できる鏡から成る。鏡には磁石が結合され、鏡とともに回転できる。センサは、回転軸に対する磁石の角位置を検出する。鏡の角位置を示す効果以外の、検流計に発生する磁場効果を打ち消す手段が、センサ上に設けられている。

【0030】更に別の観点から見れば、本発明は、ビーム走査検流計に関する。この検流計は、駆動磁石に結合され、回転軸の回りを回転できる鏡を備えている。センサの磁石は、鏡に結合され、鏡とともに回転できる。ポジションセンサは、回転軸に対するセンサ磁石の角位置を検出する。センサ磁石の効果以外の、検流計に発生する磁場効果を打ち消す手段が、センサ上に設けられている。

【0031】以下、添付図面と特許請求の範囲に従って、本発明を更に詳しく述べる。

【0032】

【実施例】図1は、本発明に有用性があることを示す感熱プリンタ40の概略図を示したものである。感熱プリンタ40は、変調レーザ装置42と、ビーム走査検流計44と、走査レンズ46と、表面に画像を形成するワークピース50を支える支持部材48とを備える。画像は、ビーム走査検流計44がレーザの作った光を集束および変調したビーム52をワークピース50を横切って走査することによって、作られる。本発明の有用性を示す感熱プリンタの実施例は、冒頭の関連特許出願の箇所に記載のアメリカ合衆国特許願 457,593号に開示されている。

【0033】感熱プリンタ40は、コンピュータ生成画像を35mm（約1インチ×1.5インチ）の透明画またはスライドを作成するために使用される。このスライドを使用して、スライドの何百倍もの大きさのスクリーン上に投影画像を作る。従って、スライド上に生成される画像は、解像度4000画素（またはドット）/インチという、ほとんど写真画像品質と同等のものでなくてはならない。

【0034】4000ドット/インチという所望の解像度でワークピース50上に画像を作成するためには、ワークピース50を横切って走査されるビーム52の速度をごく正確に制御し続ける必要がある。

【0035】ビーム52の速度は、ビーム走査検流計44の動作を制御することによって、制御される。

【0036】図2は、本発明によるビーム走査検流計44（以下、「検流計」という）の推奨実施例の分解部品配列図を示したものである。検流計44は、鏡60と、駆動磁石62と、駆動コイル64と、ハウジング66と、スプリング支持部材68と、本質的に同一の第一および第二スプリング70と、本質的に同一の第一および第二センターピン74と、磁気インサート78と、センサ磁石82と、センサ磁石支持部材84と、コイル支持レール86と、ホール効果センサ90と、センサ支持部材92と、ナルスラグ94と、ナルスラグホルダ96と、補償コイル98とを備える。

【0037】図3は、図2の検流計44を組み立てた状態で示したものである。鏡60が駆動磁石62に結合されていることが分かる。駆動磁石62は、（図3では見えないが、図2と図4には示されている）スプリング支持部材68に結合されているスプリング70に結合され、（図3には示されていないが、図2と図4には示されている）センターピン74で所定の位置に保持されている。スプリング支持部材68は、（図示されていない）小ネジでハウジング66に取り付けられている。磁気インサート78は、スプリング70と駆動磁石62とに結合されている。駆動コイル64は、ハウジング66に結合されているコイル支持レール86に結合されている。組み立てられた状態の検流計44では、駆動コイル64が駆動磁石62を取り囲む。検流計44の推奨実施例では、鏡60と、スプリング70と、磁気インサート78と、駆動コイル64と、コイル支持レール86は、各々の支持部材にエポキシ系接着剤で取り付けられている。

【0038】ホール効果センサ90とナルスラグホルダ96は、センサ支持部材92に結合されている。センサ支持部材92はハウジング66に結合されている。センサ磁石82は、駆動磁石62に結合されているセンサ磁石支持部材84に結合されている。（図3には示されていないが、図2と図10には示されている）ナルスラグ94は、ナルスラグホルダ96に移動可能なように結合されている。検流計44の推奨実施例では、ホール効果センサ90と、ナルスラグホルダ96と、センサ支持部材92と、センサ磁石82は、各々の支持部材にエポキシ系接着剤で取り付けられている。この推奨実施例では、ホール効果センサ90にスブラグ社のホール効果磁気センサ モデル UGN 3503 T/U を使用している。

【0039】動作は、駆動コイル64に電流が通ると鏡60が一定角度で振動する。駆動コイル64を通る電流によって発生した磁場により、駆動磁石62に回転力が生じる。駆動磁石62が回転すると、スプリング70によって駆動磁石62に復元力が生じる。駆動コイル64の電流方向が反転すると、駆動コイル64に発生した磁

場とスプリング70の復元力とによって駆動磁石62は逆方向に回転させられる。駆動磁石62とこれに取り付けられている鏡60に非共振振動作用を生じるコイル駆動回路(図13と図14に図示)より、駆動コイル64に可変電流が供給される。このコイル駆動回路は、本件と同時に願され、冒頭の関連特許出願の箇所を確認されここにも含まれている合衆国特許願「優れた精度で電気機械装置を迅速に駆動する方法と回路」に開示・請求されている。

【0040】スプリング70の剛性、および、駆動磁石62と鏡60との結合体の質量と形状により、振動の固有振動数を予測できる構造になる。

【0041】検流計44の推奨実施例では、検流計自体は共振モードで作動しないが、この固有振動数を効果的に利用している。以下に、この効果的な利用法の詳細について説明する。

【0042】検流計44は、正確な制御方法によって鏡60と駆動磁石62を容易に動かせるように組み立てられている。かかる長所は、設計上の複数の特徴によるものである。第一に、鏡60は、慣性モーメントが最小となるように形成されている。第二に、鏡60の回転軸は、鏡の反射面にきわめて近接している。第三に、駆動磁石62と鏡60との結合体の慣性モーメントは、磁石62が生成できる駆動力と比べて小さい。第四に、鏡60は、角振動中にも交差軸がほとんど振れない。第五に、鏡60が鏡60と駆動磁石62とスプリング70との結合物の固有振動数で動く場合、鏡の移動速度とほぼ同じ大きさの速度で帰線される。

【0043】図2と図3では、検流計44の全体サイズに対して鏡60が大きいように見える。これは、図1の感熱プリンタの性質によるものである。走査レンズ46によって、入力ビームの大きさに逆比例する集束出力スポットを作るのだが、5ミクロン程度のごく小さな集束出力スポットをつくるためには、レーザ装置42からの入力ビームは約0.5インチ(1.27mm)以上の大きさを要する。また、レーザ装置42からの入力ビームは、所定の角度で鏡60に当たる。これによって入力ビームは鏡60の反射面上で楕円形をなす。

【0044】全入力ビームを完全反射するためには、ビームが反射面上になす楕円の最大限界を上回るだけの幅が、鏡に必要である。感熱プリンタ40のこのような特性のすべてのために、ごく幅の広い鏡が必要、という状況に至った。しかし、皮肉なことに、鏡60の最大寸法部が鏡60の回転軸に直角に配向されるため、これによって、鏡60の慣性モーメントの有害効果が極めて大きくなる、という事態が生じた。従って、重要なのは、感熱プリンタ40の光学的必要性によって要求される制約と矛盾せず妥当な範囲で小さな慣性モーメントを備えた鏡60を作ることである。

【0045】図4は、図3の破線4-4による、図3の

検流計44の部分断面図を示したものである。スプリング70は、スプリング70の非係合部Lf(自由長)を残して駆動磁石62とスプリング支持部材68とに係合されている。スプリング70は、スプリング支持部材68の所定の位置に、センターピン74によって保持されている。

【0046】各センターピン74は、自由長Lfが不足することなくスプリング70を振れるような位置に各センターピンの平坦部がくるように組み立てられている。第一自由端部130と第二自由端部132は、駆動磁石62に設けられた空洞(切欠き部)137の側面134と136に、それぞれ取り付けられている。このように配置したことによって、各スプリング70が一組のクロス板ばねとなり、駆動磁石62は2組のクロス板ばねによって支持される。

【0047】切欠き部137の側面134と136は、相手側面に対する配置方向が所定角度(検流計44の推奨実施例の場合は90°)をなすように形成されている。自由端部130と132は、側面134と136に当たるように位置決めされており、スプリング70は、自由端部130と132の間に良く形成された交差点ができるような形につくられている。この交差点が、鏡60の回転軸142である。

【0048】空洞138は、実質的にスプリング支持部材68のスプリング保持部140を取り囲むことができる駆動磁石62に形成されている。かかる配置によって、駆動磁石62の中に回転軸142を置くことができる。更に、回転軸142は、駆動磁石62の塊の中心軸および駆動コイル64の力の中心に、事実上一致する。言い換えれば、駆動磁石62は、回転軸142のまわりを回転するとき慣性モーメントが最小となるように支持されている、ということである。

【0049】本図により、鏡60の反射面158が回転軸142より距離dだけ離れた位置に移されていることが分かる。上述のような配置で鏡60を支持したことによって、この距離dが最小限にとどめられている。距離dは、鏡60の厚さTmiと等しく、また、駆動磁石62の厚さDの1/2程度しかない。このことは、結合された鏡60と磁気インサート78と駆動磁石62の回転半径Rgを最小にするという好ましい効果を生じる。本明細書ではこの結合体を鏡部材と呼び、全厚さTmeを持つように図4に示されている。この鏡部材の慣性モーメントは回転動作の半径Rgの二乗に応じて変化する。そのため、回転動作の半径Rgを小さくすることは、鏡部材の慣性モーメントの低減に実質的効果を有する。

【0050】図5は、図4と同じ箇所のものであるが、鏡60および鏡部材の慣性モーメントを低減する鏡60の特徴を示すために、鏡60が別の作動位置に移動した状態の断面図を示したものである。駆動コイル64と干渉せずに振ることができるように、鏡60の裏側161



に逃げが設けられて（勾配がつけられて）いる。この逃げ（勾配）によって、都合よく鏡部材の慣性モーメントを低減する。鏡の回転半径  $R_g$  が好ましい小ささに維持されていれば、鏡 60 は相当の振れで動かせる。検流計 44 の推奨実施例では、鏡 60 の振れは、図 4 に示される中立箇所の両側にそれぞれ  $7.8^\circ$  ずつである。回転半径  $R_g$  を小さくすることによって、鏡部材の回転モーメントが比較的小さくなる。また、鏡 60 の裏側 161 に勾配をつけることによって、外側末端の質量が減少する。この質量減少も、鏡部材の慣性モーメントの低減に貢献する。

【0051】再び図 3 を参照する。図 3 に、鏡部材の回転モーメントを低減させる、上記以外の鏡 60 の特徴が示されている。鏡 60 の反射面 158 は、楕円をなすように成形されている。図 1 のレーザ装置 42 が生成するビームは円形であるが、ビームは鏡 60 に当たるとその反射物は楕円となる。これは、鏡 60 がビームの軸に対して鋭角に向けられているからである。ビームのエネルギーをすべて転送することを保証するために、鏡 60 は、図 1 のレーザ装置がつくるレーザビームの大きさと鏡 60 に対するビームの入射角とによって規定される、最小幅  $W_{mi}$ （回転軸に垂直な寸法）と最小長  $L_{mi}$ （回転軸に平行な寸法）を備える。図 1 の感熱プリンタで使用されている鏡 60 では、幅  $W_{mi}$  は長さ  $L_{mi}$  よりはるかに大きい。反射面の角を取り除くことによって、鏡 60 の質量と慣性モーメントを相当に小さくできる。

【0052】再び図 2 を参照する。図 2 に、検流計 44 の望ましい動作に貢献する、検流計 44 の更に別の特徴が示されている。駆動磁石 62 は、全体の形が事実上筒状の、比較的に長く狭い構造を有する。駆動磁石 62 がこのような構造であるので、トルク／慣性比を高めることにより検流計 44 の設計の全体的な効率を向上させることができる。

【0053】駆動コイル 64 を流れる電流によって駆動磁石 62 に生じるトルクは、駆動磁石 62 の長さに比例する。回転可能構造物の慣性モーメントは、構造物の回転軸方向の寸法の関数として直線的に増加する。このような構造物の慣性モーメントは、構造物の回転軸の直角方向の寸法の三乗に比例して増加する。

【0054】図 1 の感熱プリンタ 40 を作動するにあたっては、鏡部材の慣性モーメントを小さく（即ち、トルク／慣性比を高くして）維持し、鏡部材（即ち、鏡 60 と駆動磁石 62 と磁気インサート 78）に高トルクを与えることが望まれる。レーザ装置 42 によって鏡 60 の最小寸法が制約されている場合、駆動磁石 62 の長さ（即ち、回転軸方向の寸法）を大きくすることによって所望の比率を大きくできる。検流計 44 の推奨実施例では、駆動磁石 62 の長さ  $L_{ma}$  は、鏡 60 の長さ  $L_{mi}$  の約 3 倍とし、鏡部材の慣性モーメントを望ましい小

さに維持するために、駆動磁石 62 の長さ  $D$  は長さ  $L_{ma}$  の約  $1/4$  とした。

【0055】慣性に対するトルクの比率を高くするためには、駆動磁石 62 の長さを比較的に長くすることが望ましいが、場合によっては、駆動磁石 62 の長さに実際上の制限が課せられることもある。

【0056】検流計 44 は、低電圧操作が要求される製品にしばしば使用される。この場合、与えられた電圧に応じて、駆動コイル 64 の長さが制限される。しかし、長い駆動磁石 62 に合わせて駆動コイル 64 も長くすると、駆動コイル 64 に電流を流すに必要な電圧が増加してしまう。このように、検流計 44 の動作電圧にとっては、駆動磁石 62 の最大長  $L_{ma}$  が問題となっていた。

【0057】上述したように、感熱プリンタ 40 または他の特殊製品に検流計を用いる場合、特に鏡 60 の大きさに明確な要求がある。

【0058】このように、検流計 44 を使用する製品の多くにとっては、駆動磁石 62 の最大長  $L_{ma}$ 、鏡 60 の最小サイズと慣性が問題となっていた。これらの制約の中で、発明者らは、駆動磁石 62 の長さ  $D$  を最適化することが有利であることを発見した。

【0059】かかる駆動磁石 62 の長さ  $D$  の最適化は、以下に記載の解析を用いて実施した。

【0060】鏡部材の慣性に対するトルクの比率  $Q$  は、次の等式で得られると考える：

$$Q = \text{トルク} / \text{鏡の慣性} + \text{磁石の慣性}$$

ここで、

$$\text{トルク} = K_t \times r^2$$

（但し、 $K_t$  は駆動磁石 62 の長さの関数である定数、 $r$  は駆動磁石 62 の長さ  $D$  の  $1/2$  を表す。）

$$\text{磁石の慣性} = K_i \times r^3$$

（但し、 $K_i$  は駆動磁石 62 の長さの関数である定数）

$$\text{鏡の慣性} = I_m \quad (\text{鏡 60 の関数である定数})$$

とおくと、

$$Q = K_t \times r^2 / I_m + (K_i \times r^3) \quad \text{と表せる。}$$

【0061】鏡 60 の一つおよび駆動磁石 62 の長さに関して  $r$  が相対的に小さいと、 $Q$  は、次の等式で表されることが分かる。

$$【0062】Q = K_t \times r^2 / I_m$$

この等式では、 $r$  の増加に伴って  $Q$  が増加する。

【0063】また、鏡 60 の一つおよび駆動磁石 62 の長さに関して  $r$  が相対的に大きいと、 $Q$  は、次の等式で表されることが分かる。

$$【0064】Q = K_t / K_i \times r$$

この等式では、 $r$  が増加すると  $Q$  が減少する。

【0065】これにより、鏡の慣性と駆動磁石 62 の長さの組合せによって、 $Q$  に最大値をとらせる  $r$  を選択できる、ということがわかる。

【0066】図 2 には、また、鏡 60 の交差軸の振れの制御を行なう検流計 44 の特徴が示されている。鏡 60

は、広い間隔において配置されている支持部材、即ち、スプリング70によって支えられている。駆動磁石62の両側にスプリング70を取り付けることによって、スプリング70の間隔が広がる。検流計44の推奨実施例では、スプリング70の間隔は、鏡60の長さを上回っている。

【0067】再び図4を参照する。図4には鏡60の交差軸の振れの低減に役立つ検流計44の特徴が示されている。スプリング70は、駆動磁石62の厚さDの1/2

未満の、自由長Lfを備えている。自由長に直交する寸法の割合よりも自由長が短いとき、板ばねは交差軸の振れに対して非常に高い抵抗を備える。検流計におけるこの考えは、スプリング70の推奨実施例を詳細に考察することによって、更に理解されよう。

【0068】図6は、スプリング70の透視図を示したものである。スプリング70は図4の回転軸142に対して垂直方向に容易にたわませることができるが、回転軸142と平行な方向にたわませようとするとき、非常に抵抗がある。スプリング70は、好ましい方向であれば、1グラムの何分の1という小さな力がかかってたわむ。しかし、回転軸142に平行な方向にスプリングをたわませるには、4キログラム以上の力をかける必要がある。したがって、スプリング70は、交差軸の振れに対して非常に抵抗のある、鏡部材取り付けシステムとなる。

【0069】スプリング70は、均一な厚さtを備えた一片の部材から成る。スプリング70の自由端部130と132には、各々、切欠き部150と152が設けられている。切欠き部150と152は、自由端部130と132に材料減少部を残すように、形成されている。高さH、長さLf（図4に示した自由長）を備えて成る各材料減少部が、図6に示されている。スプリング70の推奨実施例では、スプリングの材料は、0.0015インチ（0.0381mm）の厚さtを有する冷間圧延ステンレス鋼である。自由長Lfは0.076インチ（1.9304mm）、高さHは0.120インチ（3.048mm）である。厚さt：約0.007インチ（0.1778mm）、Lf：約0.25インチ（6.35mm）、H：約0.36インチ（9.144mm）、という寸法であれば、図1の感熱プリンタに使用する種類の、実用に適した検流計が製造できることが分かった。この制限寸法に即して製作されたスプリング70は、冷間圧延ステンレス鋼の耐久限界内で作動する。スプリングは、材料の耐久限界内で使用するのであれば、通常は不具合を生じることなく実質上無制限な回数の使用に耐える。

【0070】ステンレス鋼の帯片の自由端部130と132を互いに交差させて、図6のような形を成形したときにクリアランスを確保するため、切欠き部150と152の角部は切除されている。切欠き部150と152の角部は切除したことによって、ステンレス鋼材料の弾

性限界を越すという危険を侵すことなくスプリング70を作ることができる。

【0071】従って、スプリング70は、形成後に再焼き戻しする必要がない。従来の検流計用のスプリングは、形成した後で再焼き戻しする必要があった。

【0072】再び、図2と図3を参照する。駆動磁石62は、2個のスプリング70によって支えられていることが分かる。駆動磁石62の両端部には、図4に示されているように切欠き部137の1つが与えられている。各切欠き部は、各々、予め決められた同一角度方向および配置で作られている側面134と136を備えている。従って、スプリング70を対応する切欠き部に入れるときに、両方のスプリング70の自由端部130、132の交点は直接に心出しされる。交点が合っていないと、駆動磁石62を回転したときにスプリング70に交差軸方向の力が発生する。この力は、スプリング70に好ましくない振動を生じる。かかる力によって発生する振動は、「オイル缶効果」とも呼ばれる。従来の交差たわみ部材を使用して検流計を支えた場合、通常、「オイル缶効果」の問題があった。この効果を取り除こうと努力すると、交差たわみ部材の交差点の心合わせのために費用のかかる調整が必要だった。従来の検流計の場合、検流計を組み立てた後でこの調整を実施していた。本発明では、交差点の好ましい心合わせはかかる調整なしに生じる。駆動磁石62に切欠き部を設け、スプリング70を配設することによって、好ましい心合わせが達成され、「オイル缶効果」が解決する。

【0073】スプリング70は、容易にかつ安価に製造できる。かかるスプリングは、ごく簡単に検流計44に取り付けることができ、しかも、取り付け後に調整する必要がない。このように、スプリング70は、低価格の感熱プリンタに用いられる検流計の使用に特に適している。

【0074】図7は、検流計44の振動パターンを表すグラフ線100を示したものである。チャートの横軸に時間、縦軸に角変位をとり、駆動磁石62と鏡60の角変位を時間の関数として示したものである。図7に示されているサイクルは、走査期間102と帰線期間104とを備えている。グラフ線100上のポイント106と108は、各々、走査期間102の開始時および終了時の鏡60の角位置を表す。鏡60がポイント106の位置にくると、図1のレーザ装置42が励起され、画像ライン1本をワークピース50上に印刷するという作業が始まる。鏡60の角変位を時間の関数として直線的に変えながら、所定期間中、走査が続けられる。数字108で示される所定期間のポイントに至ると、走査は中断され、即ち、レーザユニット42が励起解除される。次に、鏡60は数字106で表される位置に速やかに戻る。ポイント108からポイント106への移行するときの鏡60の移動は、帰線動作として知られている。

【0075】感熱プリンタ40が首尾よく作動されるために重要なことは、正確に制御された方法によって鏡60の走査および帰線が行われることである。鏡60の角速度は、走査期間102の開始時即ち、ポイント106で一定でなくてはならない。図8は、図7のグラフ線100の、帰線期間104と関係する箇所の拡大図を示したものである。図7に示した2ポイント106と108の他に、所定期間内で鏡60の有効角速度がゼロをとる点を表す2ポイント110と112を備えた、グラフ線100の一部分を、図8に示した。ポイント110と112とは、図7の走査期間102の外側にあることに注意する。言い換えると、走査期間102では、鏡60は、一定速度（即ち、全く加速することなく）で移動している、ということである。（図7により）帰線期間104は鏡60の全振動サイクル（走査期間102と帰線期間104を合計したもの）のわずか15%に過ぎないという点も注意を要する。かかる要因により、鏡60は、帰線期間104中に二回、速やかに加速されなくてはならない。

【0076】図9は、鏡60の角加速度（縦軸）を時間（横軸）の関数として表した図表を示したものである。図9は、必要に応じて鏡を加速するために順次鏡に加えるべき力を、時間の関数として表した図表も示している。図9の図表は、鏡の加速度と鏡の力を示すグラフ線120（実線）とスプリングの力を示すグラフ線122（破線）を備えて成る。グラフ線120と122は、所定期間、図8の角変位を示すグラフ線100に対応させてある。このように、グラフ線120は、図8のグラフ線100で表される動的角変位を実現するのに必要な加速度の大きさと方向を示す。また、力は加速度に比例するので、グラフ線120は、図8のグラフ線100で表される動的角変位を実現するために鏡60に加えるなくてはならない力の大きさと方向を示すものでもある。

【0077】検流計44作動時に鏡60に加えられる力は、2種類のソースから提供される。第一のソースは、駆動磁石62を回転させるために作動する駆動コイル64が生じる磁場である。第二のソースは、スプリング70の復元力（即ち、走査期間102中にスプリングに蓄えられるエネルギーによって生じる力）である。これら2種類のソースを、図9に図示している。グラフ線122は、スプリング70によって作られる力の大きさと方向を示すものである。グラフ線120は、加速度を発生させるのに必要な、全所要力の大きさと方向を示すものであり、その加速度はまたグラフ線120によって示される。スプリングの力が全所要力を上回ることもあるし、スプリングの力が不十分であるときもあることが分かる。スプリングの力と所要力の差は、駆動磁石62のトルクを作る磁場を生成する駆動コイルの電流によって生じる。グラフ線120と122の間の斜線部は、鏡60の帰線動作時に駆動コイル64によって作られる力の

大きさと方向を表す。

【0078】例えば、図9の時間 $t_1$ において、グラフ線120は所望の加速度を得るのに必要な力が、グラフ線122で表されるスプリング70によって作られる力を越えていることを示している。

【0079】従って、時間 $t_1$ において、コイル64は、ライン120と122の間の斜線部が示す正の補充力を作る必要がある。図9のその後の時間 $t_2$ において、所望の加速度を得るのに必要な力が、スプリング70によって作られる力より小さいことが、グラフ線120から分かる。この場合、コイル64は、スプリング70の力と反対の大きさの力を作らなくてはならない。即ち、ブレーキング作動を行なう。

【0080】検流計44は、鏡60が共振モードで振動できる場合、帰線期間104内は鏡60が鏡の振動速度に相当する速度で動くように構成されている。この設計思想は、振動の固有振動数と、検流計44の推奨実施例の所望作動周波数とを考慮することによって理解される。推奨実施例では、図1の感熱プリンタが20本/秒の走査線をつくる。鏡60の全振動は、走査85%、帰線15%で分けられる。このように、帰線動作に配分される時間は7.5ミリ秒である。このことは、結合鏡60と駆動磁石62とスプリング70の振動の固有振動数が約70Hzであれば、スプリングの力だけで帰線できることを意味する。従って、感熱プリンタ40に適用するため、検流計44は、鏡60の振動の固有振動数が約50～120ヘルツであるように構成されている。

【0081】帰線速度が検流計44の固有振動数の範囲内であれば、駆動コイル64によって作られる力は低レベルに維持され、好ましいことに、検流計44の動力所要は低く保持される。検流計44の推奨実施例では、走査期間102開始前の図8のポイント106において鏡60が確かに一定角速度に達したことを保証するために帰線加速度曲線を所望の形にするためにのみ、コイルを使用する。固有振動数に相当する帰線で検流計44を作動することによって、鏡60の各振動サイクルの、帰線期間104から走査期間102への移行がスムーズに行われる。

【0082】固有振動数の周期の1/5未満の時間で帰線すると、検流計44は、極めて高いピーク電圧で過度に大きい電力量を要することが判明した。また、帰線速度と固有振動数の間にこのような大きな相違があると、鏡60に、感熱プリンタ40で生成される画像に悪影響を及ぼす振動を生じる。検流計44の角変位/時間の関係を好ましくするためには、鏡60の角位置を随時判定する必要がある。かかる位置判定は、図2に示されているホール効果センサ90が発する信号を利用することによって実施される。ホール効果センサ90は、既知の原理によって作動し、図2のセンサ磁石82を動かすことによって生じる磁場の変化を測定する。センサ磁石82

は、駆動磁石62に結合されているので、センサ磁石82の位置は、即ち、駆動磁石62と鏡60の角位置を示す。

【0083】図10は、図3の破線10-10による、図3の検流計の部分断面図を示したものである。この図は、センサ磁石82、ホール効果センサ90、センサ支持部材92、ナルスラグホルダ96、ナルスラグ94、補償コイル98の物理的関係を詳細に示すものである。ホール効果センサ90（以下、センサ90という）は、センサ支持部材92に接着剤で結合されている。補償コイル98は、溝が設けられているナルスラグホルダ96に巻き付けられている。推奨実施例では、補償コイル98は、30回巻き付けられたNo.36銅線から成る。ナルスラグホルダ96は、センサ支持部材92に結合されており、またナルスラグホルダ96の一端はセンサ90の表面に近接している。補償コイル98は、センサ支持部材92の内側に配設されている。ナルスラグ94は、ナルスラグホルダ96に設けられているネジ状接続部で、ナルスラグホルダ96に結合されている。ナルスラグ94は、ナルスラグ94とセンサ90の間の隙間が必要に応じて調整できるように、（ネジのように回転させることによって）ナルスラグホルダ96の縦方向に移動できるように配設されている。

【0084】推奨実施例では、センサ磁石82は、位置決め公差 $\pm 0.005$ インチ（ $0.127\text{mm}$ ）でセンサ90と $0.010$ インチ（ $0.254\text{mm}$ ）の距離をなすように配置されている。センサ磁石82はセンサ90から $0.050$ インチ（ $1.27\text{mm}$ ）離しても実用上さしつかえないことが判明した。この程度の許容範囲の距離間隔であれば、検流計の大量生産現場においても、とても好ましい。磁気ポジションセンサを利用する検流計は、コンデンサを用いたポジションセンサを利用する従来の検流計よりも、はるかに低価格で作ることができる。これは、コンデンサを用いたポジションセンサでは、感知素子間隔を公差 $\pm 0.0002$ インチ（ $0.00508\text{mm}$ ）以下で、約 $0.001$ インチ（ $0.0254\text{mm}$ ）に管理する必要があるからである。

【0085】センサ90は作動時、センサ磁石82の角位置を示す信号を発する。正確な位置信号を生成するために、駆動コイル64と駆動磁石62によって作られる磁場の歪効果を取り除くシステムをセンサ90に設けた。かかる磁場をそのままにしておくと、センサ90は、事実上不要な信号を発生する。センサ90は、センサ周辺の変動磁場の強さを明らかにするが、必ずしもセンサ磁石82の位置を明らかにしない。

【0086】ホール効果センサは、これまでビーム走査検流計に採用されたことはなかった。一般的な検流計では、駆動磁石は磁場を有し、駆動コイルが作る別の磁場で作用する。かかる動作モードの真の効果は、鏡を動かす磁場の大きさが鏡の各位置に直線的に関係する点が無

いということである。従って、ホール効果センサを振動する検流計の鏡の角位置の検出に適用することはこれまでに知られていなかった。

【0087】本発明による検流計44では、鏡60の角位置を指示する第二単独磁場を作ることによってこの問題を解決した。位置指示磁場は、駆動磁石62にトルクを生成する磁場から離れ、分離しているセンサ磁石82によって生成される。それにもかかわらず、分離したセンサ磁石82を使用しても、駆動磁石62と駆動コイル64によって生じる磁場に注意する必要がある。

【0088】図11と図12は、検流計44の各磁場の干渉の概要図を示したものである。図11と図12では、図2の駆動磁石62、駆動コイル64、センサ磁石82、センサ90を記号で示している。図11から、センサ磁石82によって磁場 $F_r$ が作られていることが分かる。磁場 $F_r$ はセンサ90に作用し、センサ90は、図4の回転軸142に対するセンサ磁石82の角位置の関数として変化する信号を発生する。駆動磁石62の制限回転量（検流計44の推奨実施例では、 $16^\circ$ 未満）の範囲内では、センサ90からの出力信号はセンサ磁石82の回転により直線的に変化する。

【0089】図12は、駆動コイル64を流れる電流によって生じる別の磁場を示す。かかる磁場 $F_i$ もセンサ90に作用するため、センサ90は磁場 $F_i$ の大きさの関数である信号を発生する。磁場 $F_i$ の大きさは、随時駆動コイル64を流れている電流の大きさの関数である。図2のスプリング70が作る力によって駆動磁石62の回転が一部管理されるため、駆動磁石62の角位置は、駆動コイル64の電流の大きさとは、直線的な関係はない。従って、磁場 $F_i$ は、駆動磁石62の角位置とは、直線的な関係を有しない。

【0090】2つの磁場 $F_i$ と $F_r$ が自由にセンサ90に作用すると、センサ90はセンサ磁石82の角位置を示さない信号を発生する。それ故、センサ92に作用する磁場 $F_i$ の好ましくない効果を取り除く、補償システムを設ける必要がある。

【0091】図13は、センサ90の出力信号を望ましく補償するための本発明推奨実施例を、記号を用いて示したものである。図13では、図2の駆動コイル64と補償コイル98、コイルドライバ回路162、インバータ164を備えて成る補償システム160を記号で示している。コイルドライバ回路162は、冒頭の関連特許出願の部分に記載の、本件特許と同時に出願されるアメリカ合衆国特許出願「優れた精度で電気機械装置を迅速に駆動する方法と回路」で開示されている。図13では、図2の、駆動磁石62、センサ磁石82、センサ90、ナルスラグホルダ62も示されている。

【0092】コイルドライバ回路162の出力部は駆動コイル64に、入力部はインバータ164に、それぞれ接続されている。

【0093】インバータ164の出力部は、補償コイル98に接続されている。

【0094】補償回路160は、作動時、図12の磁場 $F_i$ と随時極性が反対である磁場 $F_c$ を作る。磁場 $F_c$ は、通常、磁場 $F_i$ と同じ大きさではない。しかし、磁場 $F_c$ は、センサ90にきわめて近接した場所に発生する。従って、センサ90の局部領域では、2つの磁場 $F_c$ と $F_i$ の有効マグニチュードが等しくなる。磁場 $F_c$ と $F_i$ は常に反対の極性を備えているため、センサ90に作用する合成された磁場効果は、実質的にゼロになる。磁場 $F_i$ の効果を完全に打ち消すために、ナルスラグ94をセンサ90に近づけたり離したりする。ナルスラグ94は、軟鉄、ニッケル、フェライトなどの、高い透磁性を有する材料からなる棒状体である。補償コイル98に対するナルスラグ94の位置によって、補償コイル98が作る磁場の大きさが影響を受ける。このように、ナルスラグ94の位置を調整することによって補償コイル98を調整し、センサ90に作用する磁場 $F_i$ の効果を正確に打ち消す磁場を作る。

【0095】図14は、センサ90に所望の補償を作るための、別の技術を示したものである。図14は、補償回路180を示す。補償回路180は、図13のコイルドライバ回路162、駆動コイル64に接続されている抵抗184、増幅器186、加算器188、図2のセンサ90を備えて成る。コイルドライバ回路162の出力側は、駆動コイル64の第一端子に接続されている。駆動コイル64の第二端子は、端子190を経由して増幅器186の入力側と抵抗184の第一端子に接続されている。抵抗184の第二端子は、端子192を経由して、アースとして示されている基準電圧に接続されている。

【0096】増幅器186の出力側は、加算器188の第一入力側に接続されている。センサ90の出力側は、加算器188の第2入力側に接続されている。加算器188の出力側は、コイルドライバ回路162の入力側に接続されている。図13は、図11と図12の2つの磁場 $F_i$ と $F_r$ の磁場効果をセンサ90が受けることも示している。

【0097】図14の補償回路180は、作動時、センサ90からの出力信号を調節する。かかる調節は、駆動コイル64を流れる電流の関数であり、磁場 $F_i$ によって引き起こされる出力信号の一部分をセンサ90から効果的に取り除く。これは、次の式に従って、増幅器186のゲイン $K$ を決めることによって実現される。

$$【0098】K = -H (F_i/i)$$

(但し、 $H$ はセンサ90のゲイン、 $i$ は抵抗184を流れる電流)

加算器188は、2つの入力信号の合計値に等しい出力信号を発生する。センサからの入力信号は次の式で与えられる。

$$【0099】S_s = H \times F_i + H \times F_r$$

増幅器186からの入力信号 $S_a$ は次の式で与えられる。

$$【0100】$$

$$S_a = K \times i \text{ または } -H (F_i/i) \times i$$

$S_a$ を $S_s$ に加えると、加算器188からの出力信号 $S_o$ は次の式で与えられる。

$$【0101】S_o = H \times F_r$$

図2のセンサ磁石82の角位置を唯一示すこの出力信号 $S_o$ は、図2の鏡60を希望通りに動かすために駆動コイル64に適正量の電流を流すためのコイルドライバ回路162により、フィードバック信号として使用される。

【0102】センサ90のゲイン $H$ は、センサ磁石82の磁性化と、センサ90とセンサ磁石82の間のエアギャップの大きさとの関数である。これらの要因は、検流計44によって変化するため、各検流計で独自の増幅器ゲイン $K$ の値を決める必要がある。

【0103】上記の補償システムは、図2の検流計44を高解像度(2000ドット/インチ以上)の画像を生成する図1の感熱プリンタ40に使用する場合に、特に有効である。かかる高解像度画像を生成するために図2の鏡60が走査されるとき、コイルドライバ回路162から発生する駆動電流について多くの慎重な増分変更をする必要がある。各変更は、ごく短時間に行われる。換言すれば、制御パルスと考えられる。約2000ドット/インチで画像の解像を行なうためには、2KHz程度の周波数で制御パルスを生成するのが好ましいことがわかった。

【0104】このように、感熱プリンタ40の推奨実施例では、センサ90は周波数2KHz以上で正確な位置情報を発信できなくてはならない。このような高周波数の製品では、センサ90に作用する駆動コイル64の磁場効果を除去することが特に重大である。この理由は、周波数の関数としてセンサ90の応答性を考えることによって理解されよう。

【0105】図15は、好ましい公称振れを示すグラフ線202に関する鏡60の仮想増分振れを示すグラフ線200を示したものである。図15は、グラフ線200で表される鏡60の振れを作るために必要な仮想トルクを示すグラフ線204も示している。振れを表すグラフ線200とトルクを表すグラフ線204は、横軸にとった時間に対して、図15の縦軸方向に増減している。公称振れを示すグラフ線202は、図7の走査期間102内における、鏡60の好ましい振れを表す。検流計44の実例の実施例では鏡60の公称振れは時間の関数として変化するのだが、分かりやすくするために、公称振れを表すグラフ線202を直線で示した。図15で、時間の関数として鏡60にステップトルクがかけられると、鏡60は最初にトルクがかけられた時点で加速を開始する。例えば、時間 $t_1$ を参照されたい。この間トルクが

かかり続けると、鏡は加速し続け、所望の公称振れ位置を行き過ぎる。例えば、時間  $t_2$  を参照されたい。公称振れ位置に鏡 60 を到達させるために、時間  $t_2$  で鏡 60 に逆の大きさのトルクをかける。鏡 60 は公称振れ位置の方向に加速を開始するが、時間  $t_3$  の位置で行き過ぎる。再度、時間  $t_3$  で公称振れ位置に鏡 60 を動かすようにトルクが加えられる。

【0106】加速時間中、鏡 60 の振れは、時間の二乗の関数として変化する。従って、鏡 60 の加速期間を少なくすると、鏡 60 の振れは二次曲線状に小さくなる。

【0107】図 16 は、好ましい公称振れを表すグラフ線 222 に関して、鏡 60 の仮想増分振れを表すグラフ線 220 と、仮想トルクを表すグラフ線 224 とを示したものである。図 16 には、図 15 のグラフ線 204 と同じ大きさのトルクを表すトルクグラフ線 224 が示されている。図 16 のトルクの周波数は、図 15 で示した周波数の 2 倍になっている。振れを表すグラフ線 220 とトルクを表すグラフ線 224 は、横軸にとった時間に対して、図 16 の縦軸方向に増減している。

【0108】図 16 で表されている時間は、図 15 で表されている時間と同じである。図 15 のグラフ線 202 の場合と同様、公称振れを示すグラフ線 222 は、図 7 の走査期間 102 のある時点における、鏡 60 の好ましい振れを表す。

【0109】図 16 で、時間の関数として鏡 60 にステップトルクがかけられると、鏡 60 は最初にトルクがかけられた時点で加速を開始する。例えば、時間  $t_1$  を参照されたい。この間トルクがかかり続けると、鏡は加速し続け、所望の公称振れ位置を行き過ぎる。例えば、時間  $t_2$  を参照されたい。しかし、鏡 60 の行き過ぎは、図 15 のそれよりも相当小さい。これは、修正トルクステップの周波数が 2 倍になったために、鏡 60 が図 15 の時間の半分加速されるからである。

【0110】一般に、修正トルクの周波数を 2 倍に増やすと、振れの行き過ぎは  $1/4$  になる。従って、修正トルクを高周波でかけることは、鏡が望ましい公称振れ経路を進むように鏡 60 の振れを正確に制御するための望ましい技術である。

【0111】図 17 は、センサ 90 の電圧出力の 2 つの構成要素を、図 16 の仮想活動にセンサ 90 が応答する時に、これらの構成要素が現われるのと同じように、図に示したものである。第一グラフ線  $V_t$  は、図 16 のトルクグラフ線 224 のトルクを生じる磁場によってセンサ 90 に発生する電圧を表す。第 2 グラフ線  $V_m$  は、図 16 のグラフ線 220 で示されているように鏡 60 の振れによってセンサ 90 に発生する電圧を表す。

【0112】鏡 60 を動かすのに必要なトルクは、トルクを生じるのに必要な磁場束に比例するので、グラフ線  $V_t$  は、図 16 のグラフ線 224 と同じ形になる。グラフ線  $V_m$  は、鏡 60 の振れがその振れに比例する電圧を

センサ 90 に発生するので、図 16 のグラフ線 220 と同じ形になる。

【0113】図 18 は、電圧  $F_t$  を発生するトルクの周波数を増やした場合の、図 17 の電圧  $V_t$  と  $V_m$  を示したものである。図 18 に表示したトルクの周波数は、図 17 に示したものの 4 倍である。 $V_m$  の大きさは、修正トルクが 1 回かけられて鏡 60 が加速されている時間の二乗の関数として変化する。トルク周波数が 4 倍になると、 $V_m$  は  $1/6$  分の 1 になる。電圧  $V_t$  の大きさは、鏡 60 にかける修正トルクの周波数の影響を受けない。このように、図 18 では、電圧  $V_t$  の大きさに対してグラフ線  $V_m$  は非常に小さい。

【0114】図 19 は、図 2 の検流計 44 の推奨実施例における、電圧  $V_t$  と  $V_m$  の関係についての周波数領域グラフ表示を示すものである。グラフ線  $V_m + V_t$  (破線で表示) は、センサ 90 からの実際の出力電圧を示す。図 19 は、縦軸に電圧の対数値、横軸に周波数の対数値を示している。グラフ線  $V_m$  と  $V_t$  (いずれも実線で表示) は鏡 60 に加えられる任意のトルクに起因するセンサからの電圧出力を示している。トルクが加えられる周波数に基づいて、加えられたトルク量に対して鏡 60 の振れの量が異なることが分かる。検流計 44 の共振周波数 (例えば、約 100 Hz) を下回る周波数では、鏡 60 の慣性抵抗が低いため、任意のトルクをかけても相当な鏡 60 の振れが生じる。従って、センサ 90 により、このトルクに対応する実質電圧  $V_m$  (1 ボルト以上) が発生する。共振に近い周波数では、共振モードで鏡 60 を振動させるためのトルクがほとんど必要ないため、電圧  $V_m$  はきわめて高い。共振周波数よりも高い周波数では、電圧  $V_m$  は、増加周波数の関数として急速に低下する。これは、図 2 の鏡 60 とスプリング 72 の全体的な振れ抵抗において、鏡 60 の慣性抵抗が主要な要因になるからである。 $V_m$  は、周波数 300 Hz において、 $V_m$  が  $V_t$  ( $V_t$  は、鏡 60 にトルクを生じる磁場に対応してセンサ 90 が発生する電圧) よりそれほど大きくない領域となる。周波数 2 KHz 以上において、合成グラフ線  $V_m + V_t$  は、グラフ線  $V_t$  と事実上同じ形になる。換言すれば、センサ 90 の出力電圧は、鏡 60 を動かす磁場の効果によって完全に占められてしまうということである。

【0115】このように、トルクの修正パルスを 2 KHz 以上の好ましい周波数で適用すると、上述のいずれかのような補償システムを使用しないで鏡 60 の位置を判定するのにセンサ 90 を使用することはできない。

【0116】本発明の特定の実施態様は、単に発明の普遍原理を示したものに過ぎないということを理解されたい。

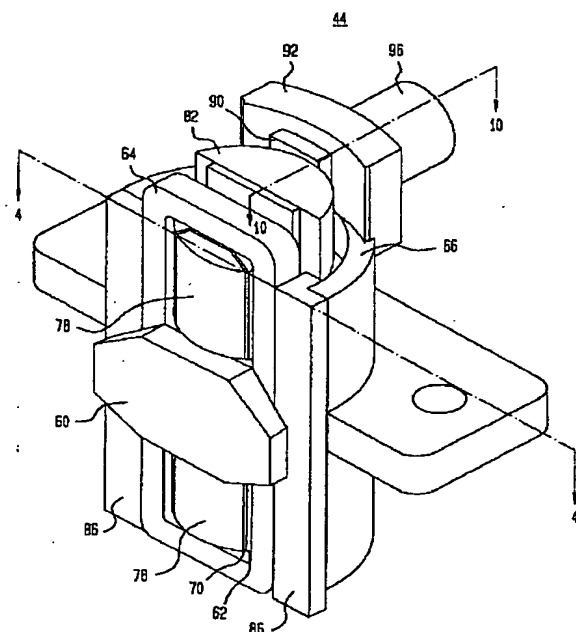
【0117】ここに明示されている原理に一致している技術に熟練せる者による、多くの変更態様が可能である。例えば、実施例において記述した感熱プリンタの動

【図 12】 図 11 の同一部と、この検流計に作用する第

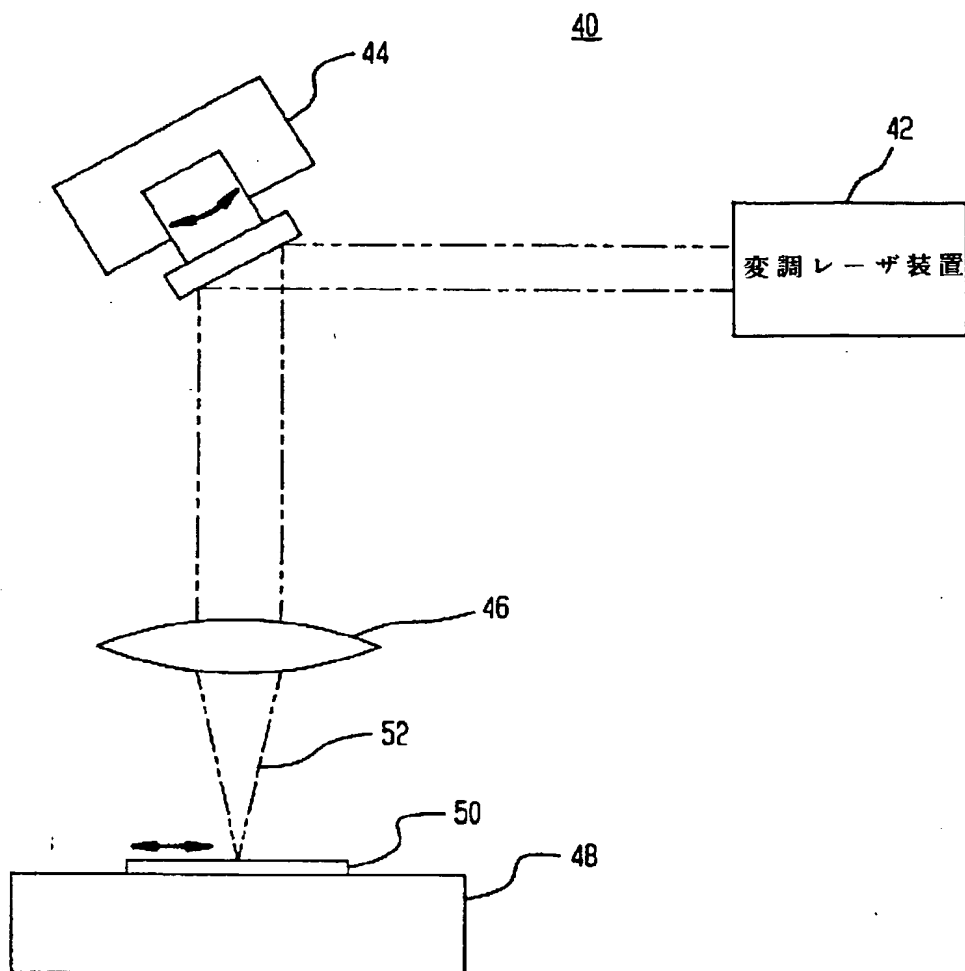
【符号の説明】

- |     |          |
|-----|----------|
| 4 0 | 感熱プリンタ   |
| 4 2 | 変調レーザ装置  |
| 4 4 | ビーム操作検流計 |
| 4 6 | 操作レンズ    |
| 5 0 | ワークピース   |
| 6 0 | 鏡        |
| 6 2 | 駆動磁石     |
| 6 4 | 駆動コイル    |
| 7 0 | スプリング    |
| 9 0 | ホール効果センサ |
| 9 6 | 補償コイル    |

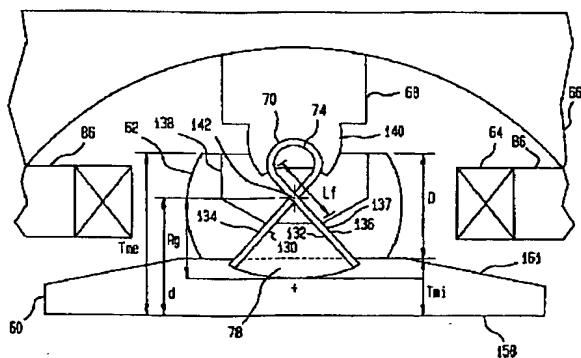
【图3】



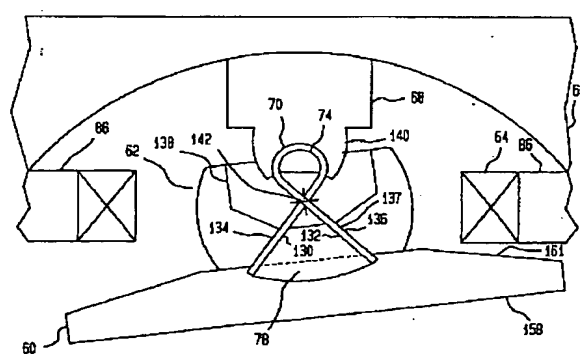
【図 1】



【図 4】

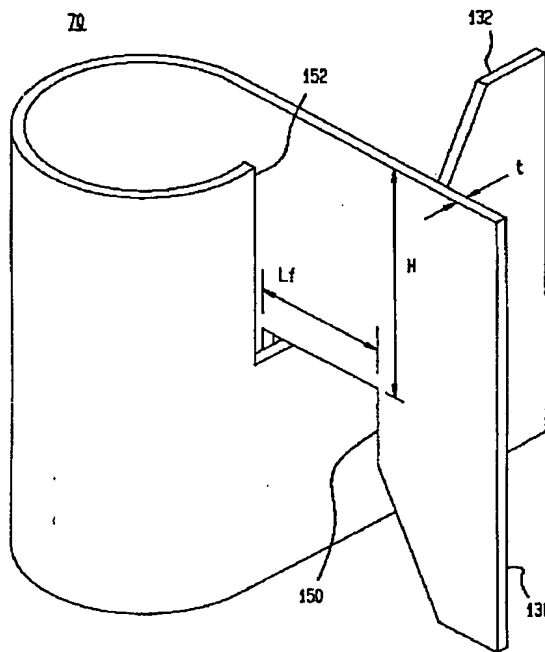


【図 5】

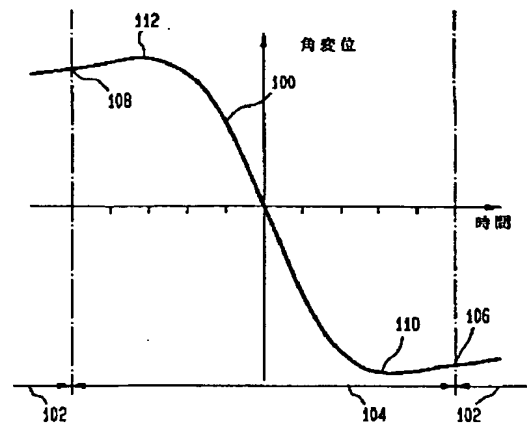




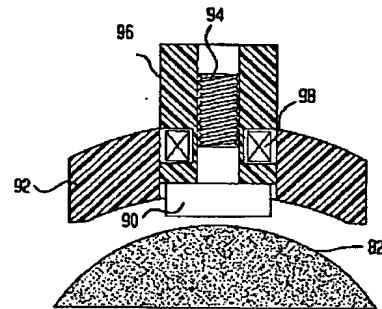
【図6】



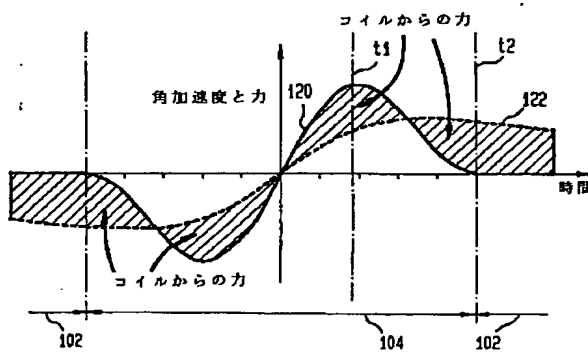
【図8】



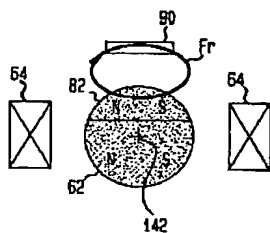
【図10】



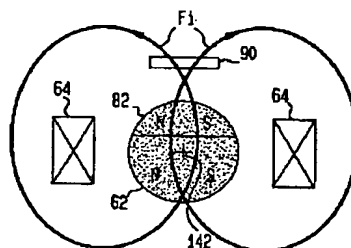
【図9】



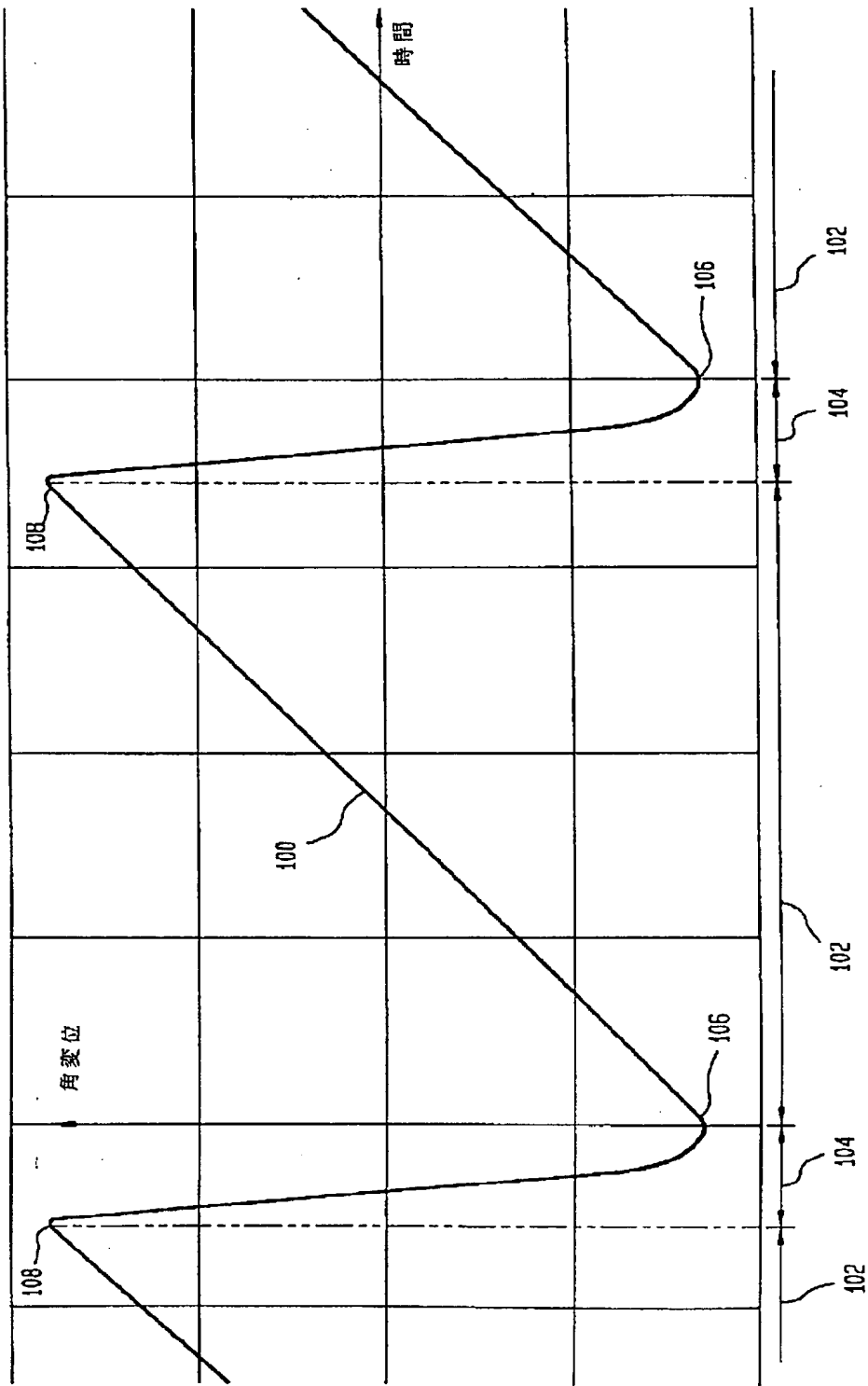
【図11】



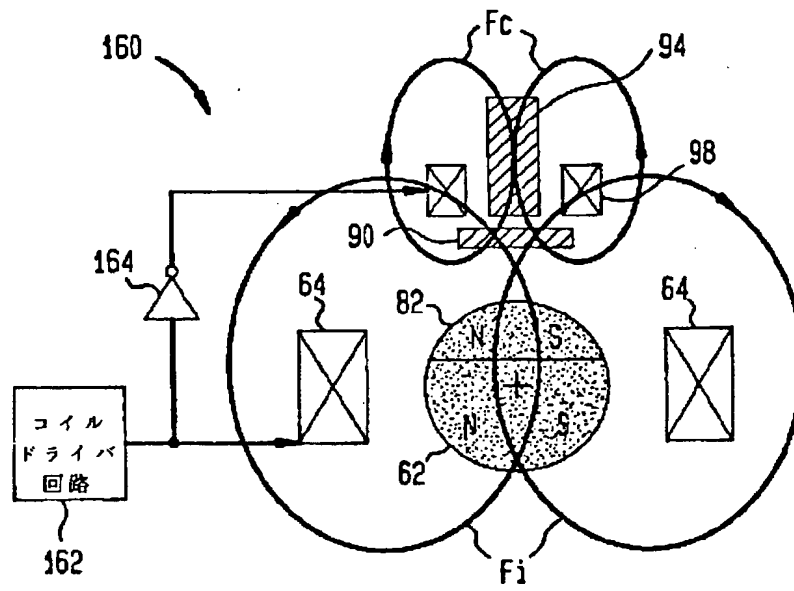
【図12】



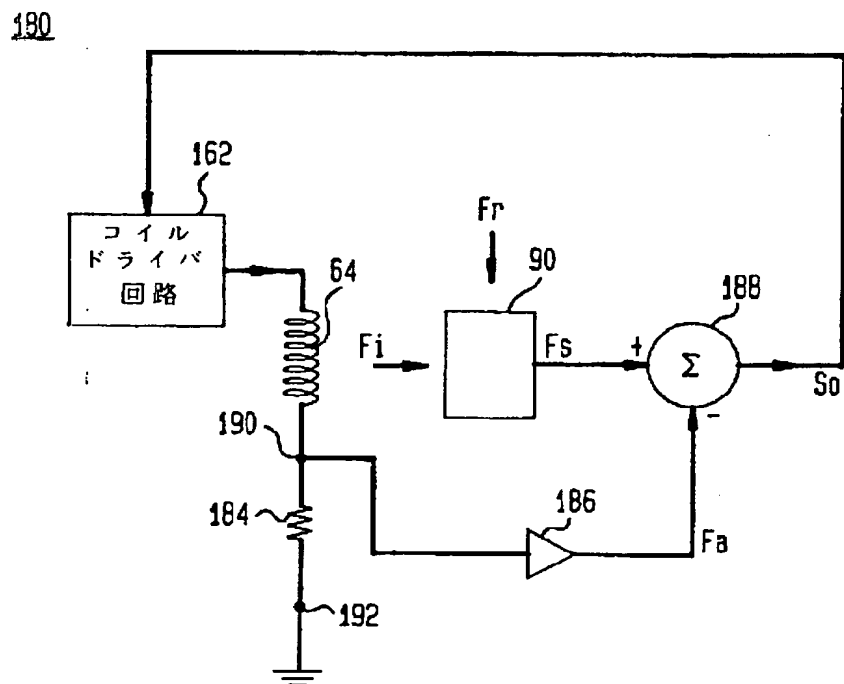
【図7】



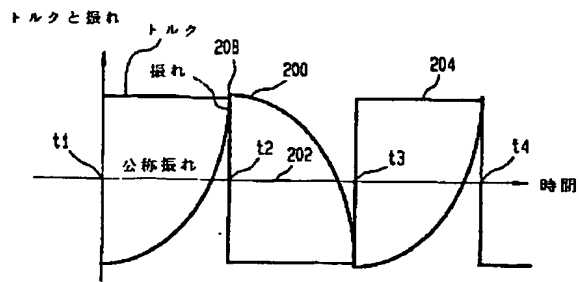
【図13】



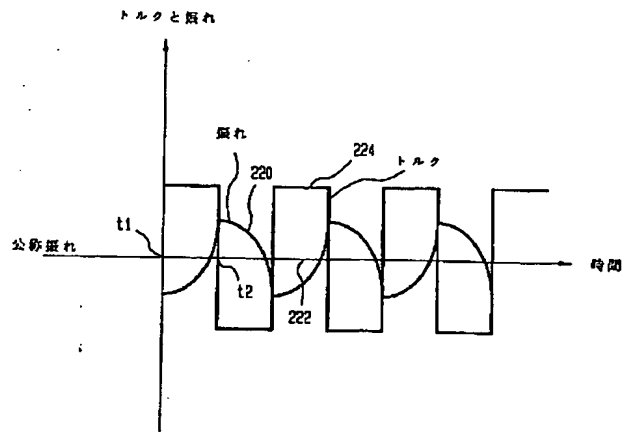
【図14】



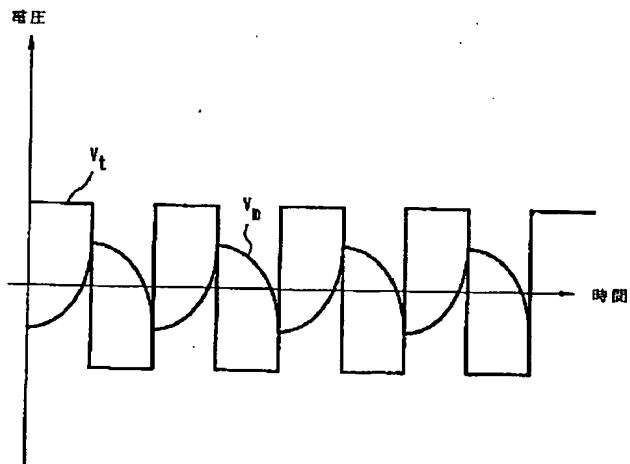
【図15】



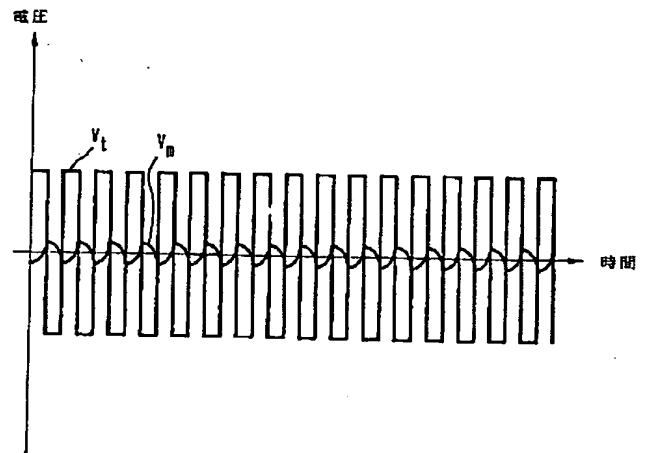
【図16】



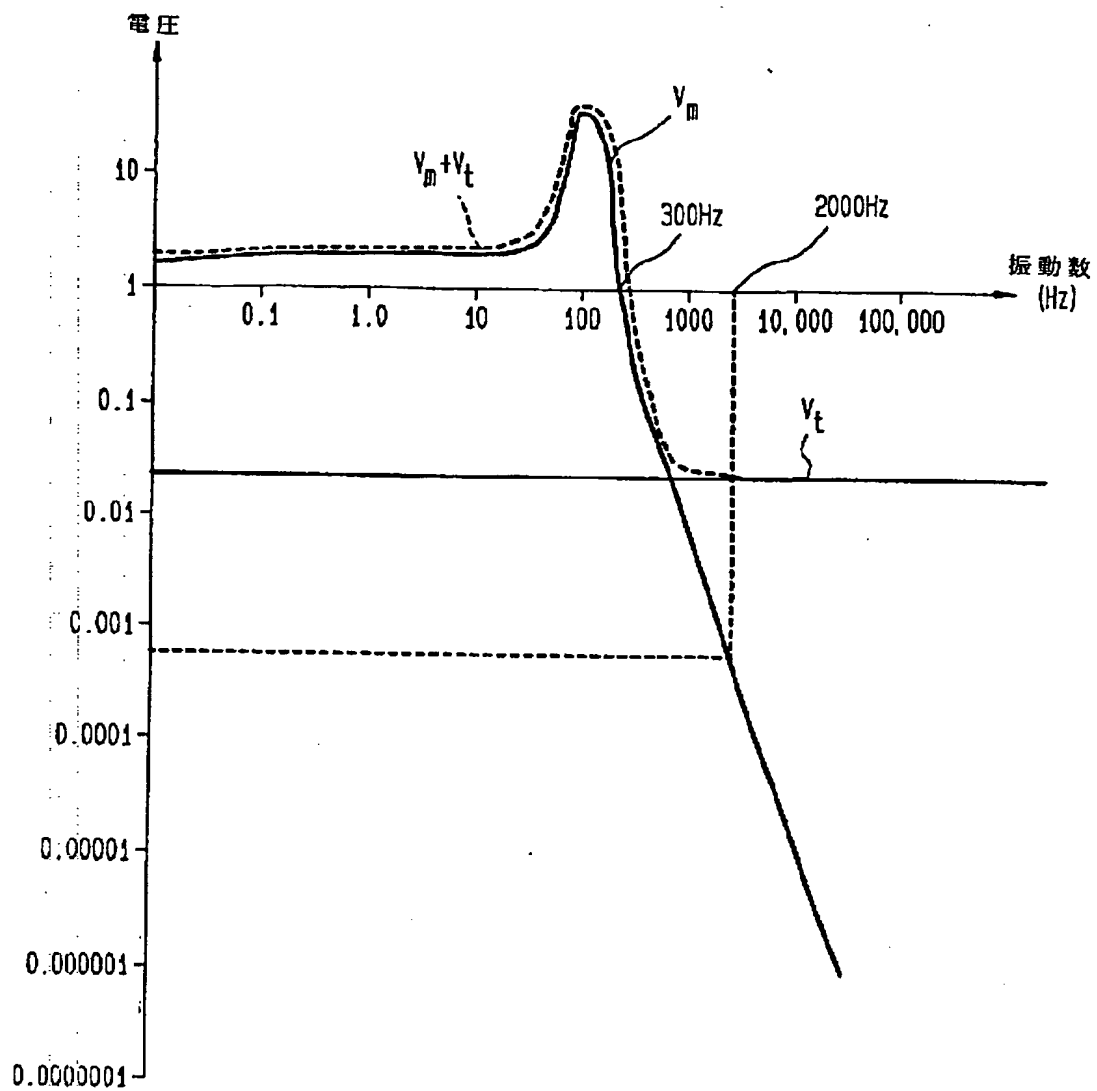
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン マイケル クレソック  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14058  
 エルバ パービル ロード 5004